

Family: 2003/0079252 A1



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 53 305 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 22 D 19/00**  
B 22 D 15/02  
B 22 D 21/04

②① Aktenzeichen: 101 53 305.5  
②② Anmeldetag: 31. 10. 2001  
④③ Offenlegungstag: 28. 5. 2003

DE 101 53 305 A 1

⑦① Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Rückert, Franz, Dr.-Ing., 73760 Ostfildern, DE;  
Schäfer, Helmut, Dipl.-Ing. (FH), 71394 Kernen, DE;  
Schilling, Dezsoe, Dipl.-Ing., 71282 Hemmingen,  
DE; Stocker, Peter, Dipl.-Ing.(FH), 71560 Sulzbach,  
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 34 636 C1  
DE 195 29 749 C2  
DE 199 35 164 A1  
DE 197 50 687 A1  
DE 100 14 486 A1  
DE 41 13 103 A1

Einfluß der Oberflächenvorbereitung/-vorbehand-  
lung von Aluminium, Zink und anderen  
Werkstoffen  
auf die Beschichtung. In: Galvanotechnik, 90,  
1999,S.387-388;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Eingießen eines metallischen Halbzeugs

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Eingießen ei-  
nes metallischen Halbzeugs in ein Gussbauteil, wobei das  
Halbzeug an einer dem Gussteil zugewandten Oberfläche  
aufgeraut wird, anschließend in ein Gießwerkzeug lage-  
definiert positioniert wird, mit Gießmetall umgossen  
wird, wonach eine feste Verbindung zwischen dem Halb-  
zeug und dem erstarrten Gießmetall an der aufgerauten  
Oberfläche erfolgt. Die Erfindung zeichnet sich dadurch  
aus, dass die Oberfläche des Halbzeugs durch Hochdruck-  
Wasserstrahlen aufgeraut wird.

DE 101 53 305 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Eingießen eines metallischen Halbzeugs in ein Gussbauteil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Gussbauteile, insbesondere Leichtmetallgussbauteile werden häufig durch Einlege-  
teile, die durch Eingießen in das Bauteil integriert werden, verstärkt. Diese Einlege-  
teile stellen lokale Werkstoffverbesserungen dar wie z. B. bessere Verschleißbeständigkeit, höhere mechanische Festigkeit oder thermische Beständigkeit.

[0003] Die technische Schwierigkeit beim Eingießen derartiger Einlege-  
teile besteht oftmals in der unbefriedigenden Haftung zwischen der relativ glatten Oberfläche des Einlege-  
teils und dem erstarrten Gießmetall. Die kurze Berührungszeit zwischen der metallischen Schmelze und dem Einlege-  
teil sowie geringe Benetzung, wie sie in verschiedenen Materialpaarungen besteht, verhindert in den meisten Fällen eine chemische Verbindung bzw. ein Legieren des Gießmetalls und des Einlege-  
teils an deren Grenzflächen. Ein Spalt an der Grenzfläche kann den Wärmeübergang beeinträchtigen oder eine mechanische Schwachstelle darstellen.

[0004] Diesem Problem wird derzeit durch ein Aufrauen der Oberfläche des Einlege-  
teils begegnet. Das Aufrauen erfolgt zuweilen durch Sandstrahlen oder wie in der DE 197 50 687 A1 am Beispiel einer Zylinderlaufbuchse beschrieben wird, durch spanabhebendes Bearbeiten der Oberfläche und anschließenden Sandstrahlen. Hierdurch werden an der Oberfläche des Halbzeuges mikroskopische Hinterschnitte erzeugt, die eine Verklammerung zwischen dem Gießmetall und dem Einlege-  
teil bewirken.

[0005] Reines Sandstrahlen führt jedoch nicht zu gewünschten Hinterschnitten, sondern im Wesentlichen zu Vertiefungen an der Oberfläche. Das Verfahren nach der DE 197 50 687 A1 erzeugt die gewünschten Hinterschnitte ist jedoch in seiner Gesamtheit sehr teuer.

[0006] Hiervon ausgehend besteht die Aufgabe der Erfindung darin, die Haftung von Einlege-  
teilen gegenüber dem Stand der Technik zu verbessern und kostengünstiger zu gestalten.

[0007] Die Lösung der Aufgabe besteht in einem Verfahren nach den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 besteht darin, dass ein Einlege-  
teil vor dem Einlegen in ein Gießwerkzeug durch Hochdruckwasserstrahlen aufgeraut wird. Durch das Hochdruckwasserstrahlen wird die Oberfläche gereinigt und es werden vorteilhafte Hinterschnitte auf der Oberfläche des Einlege-  
teils erzeugt, die zu einer guten Verklammerung des Gießmetalls nach dessen Erstarrung führen.

[0009] Das Einlege-  
teil ist bevorzugt ein metallisches Einlege-  
teil. Unter bestimmten Voraussetzungen und Oberflächeneigenschaften können auch intermetallische Bauteile, Hartmetall, Metall-Keramik-Composites, Metall-Matrix-Composites (MMC), Intermetallik-Keramik-Composites, Keramiken oder anorganische Naturmaterialien als Einlege-  
teile eingesetzt werden.

[0010] Es hat sich herausgestellt, dass der optimale Druckbereich eines Wasserstrahls zwischen 1500 bar und 2000 bar liegt. Über 2000 bar wird die Oberfläche zu sehr beschädigt, unter 1500 bar ist die Ausbildung von Hinterschnitten zu gering. Zudem ist es möglich für diese relativ geringen Drücke Pumpen bestehender Druckanlagen wie zum Beispiel für das Bauteilentgraten zu nutzen, wodurch die Investitionskosten verringert werden.

[0011] Das erfindungsgemäße Aufrauen der Oberfläche erfolgt bevorzugt durch einen oder mehrere Flachstrahldüsen, die eine elliptische Öffnung aufweist. Derartige Düsen

liefern im Gegensatz zu Vollstrahldüsen mit kreisförmiger Öffnung zu einen aufgeweiteten Oberflächenstrahl und zu einer rillenfreien Oberfläche. Die Anwendung mehrerer Düsen gleichzeitig verringert die Bearbeitungszeit.

[0012] Zu Erzielung einer besonders rillenfreien Oberfläche liegt ein Austrittswinkel des Hochdruckwasserstrahls zwischen 20 und 34°.

[0013] Eine besonders zweckmäßige Art die Oberfläche wirtschaftlich und schnell aufzurauen ist die Anwendung eines Feldes von Düsen, die bevorzugt senkrecht zur Oberfläche angeordnet sind.

[0014] Sehr gut geeignet zur Aufräumung der Oberfläche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sind übereutektische Aluminium-Siliziumlegierungen. Halbzeuge aus derartigen Werkstoffen weisen an der Oberfläche harte siliziumreiche Phasen und relativ weiche aluminiumreiche Phasen auf. Die harten, siliziumreichen Phasen werden durch das Wasserstrahlen herausgerissen und hinterlassen die gewünschten Hinterschnitte an der Oberfläche.

[0015] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren an Hand von einem Beispiel und zwei Figuren näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

[0017] Fig. 1 eine Anordnung von drei Wasserstrahldüsen und einem Halbzeug,

[0018] Fig. 2 Schnitt durch eine wassergestrahlte Oberfläche.

## Beispiel

[0019] Eine Feld 1 von 3 Flachstrahldüsen 3 – wie in Fig. 1 dargestellt – mit hier nicht erkennbaren elliptischen Öffnungen vom Durchmesser 2,5 mm, wird senkrecht zu einer rotierenden Zylinderlaufbuchse 5 aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung positioniert. Der Abstand 9 zwischen Düsenöffnung und der Zylinderlaufbuchse 5 beträgt 12 mm. Die Rotationsgeschwindigkeit der Zylinderlaufbuchse 5 beträgt 600 Umdrehungen pro Minute. Gleichzeitig beschreibt das Düsenfeld 1 eine Längsbewegung entlang der Längsachse der Zylinderlaufbuchse mit einer Geschwindigkeit von 10 mm/s.

[0020] Das Strahlmedium Wasser enthält einen Neutralreiniger mit einer Konzentration von ca. 1,5%. Das Strahlmedium tritt in Form eines Wasserstrahls 7 aus der Düse 3 aus und beschreibt dabei einen Öffnungswinkel  $\alpha$  von 30°. Der Wasserstrahl 7 weist beim Austritt aus der Düsenöffnung einen Druck von 1900 bar auf. Durch den Wasserstrahl wird eine Oberfläche 11 erzeugt, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Die Oberfläche 11 weist Hinterschnitten 13 auf, die durch das Herausbrechen von hier nicht dargestellten siliziumreichen Phasen herrührt. Der Mittenrauwert  $R_a$  der so erzeugten Oberfläche beträgt 8,4  $\mu\text{m}$ , die gemittelte Rautiefe  $R_z$  beträgt 55,3  $\mu\text{m}$ .

[0021] Die so vorbehandelte Zylinderlaufbuchse wird in einem Druckgusswerkzeug auf Pinolen positioniert, das Werkzeug wird geschlossen und ein so entstandener Formhohlraum, der ein Zylinderkurbelgehäuse abbildet, wird unter Druck (ca. 800 bar) mit einer flüssigen Aluminiumlegierung (AlSi9Cu3) gefüllt. Während des Füllens umströmt das Aluminium die Zylinderlaufbuchse und dringt in die Bereiche der Hinterschnitten 13 ein. Nach dem Erstarren des Aluminiums entsteht eine feste Verklammerung zwischen dem erstarrten Aluminium und der Oberfläche der Zylinderlaufbuchse (Grenzfläche). Die Haftfestigkeit dieser Grenzfläche ist zweimal so hoch wie die einer Grenzfläche mit sandgestrahlter Oberfläche des Einlege-  
teils.

[0022] Im Gegensatz zu anderen Strahlverfahren wird bei der Anwendung auf aluminiumreichen Oberflächen eine

Adsorptionsschicht und eine sich auf Grund der hohen Sauerstoffaffinität bildende Oxidschicht entfernt. Es wird durch das erfindungsgemäße Verfahren bezüglich des Anschmelzens der Oberfläche und einer daraus resultierenden metallischen Bindung eine hochaktive Oberfläche des Halbzeugs geschaffen. 5

[0023] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auf alle gängige Gießverfahren, bei denen Einlegeteile eingießbar sind, angewendet werden. Dazu gehören insbesondere der konventionelle Druckguss, das Squeeze Casting, Thixocasting, Thixomolding, Kokillenguss, Sandguss, Feinguss und bei entsprechend temperaturbeständigen Einlegeteilen alle Arten des Eisengusses. 10

[0024] Die im vorangegangenen Beispiel genannten Parameter sind auf einen bestimmten Anwendungsfall optimiert. Je nach Anwendungsfall können die Parameter wie folgt variieren. Der Abstand zwischen der Düsenöffnung und der Oberfläche des Einlegeteils kann zwischen 10 mm und 30 mm betragen. Der Druck des Wasserstrahls liegt zwischen 1500 bar und 2000 bar, der Austrittswinkel zwischen 25° und 34°. Die Rotationsgeschwindigkeit des Einlegeteils liegt zwischen 100 und 1000/min, wobei die Vorschubgeschwindigkeit der Düse oder des Düsenfeldes zwischen 2 mm/s und 50 mm/s variiert. 15 20

[0025] Die beiden letzt genannten Parameter sind besonders wichtig für die Beschaffenheit der Oberfläche, nämlich die Form und Häufigkeit der Hinterschneidungen, die mikroskopische Oberflächenrauigkeit und die makroskopische Ebenheit (Vermeidung von Rillenbildung). Bei nicht rotationssymmetrischen Einlegeteilen wird auf eine Rotation des Einlegeteils während des Wasserstrahlens verzichtet. 25 30

[0026] Das Düsenfeld oder die einzelne Düse ist bei herkömmlichen Anlagen zum Hochdruckwasserstrahlen mit dicken und schwer beweglichen Versorgungsleitungen verbunden. Die freie Bewegung der Düsen ist demnach eingeschränkt. In vielen Fällen ist es zweckmäßig, das zu bestrahlende Einlegeteil relativ zum Düsenfeld oder zur Düse zu bewegen. In einem einfachen Fall erfolgt dies, wie im Beispiel beschrieben, durch Rotation. In anderen Fällen erfolgt die Relativbewegung durch eine geeignete Mimik bzw. durch Roboter. 35 40

durch gekennzeichnet, dass das Halbzeug aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung besteht.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Eingießen eines Halbzeugs in ein Gussbauteil, wobei das Halbzeug an einer dem Gussteil zugewandten Oberfläche aufgeraut wird, anschließend in ein Gießwerkzeug lagedefiniert positioniert wird, mit Gießmetall umgossen wird, wonach eine feste Verbindung zwischen dem Halbzeug und dem erstarrten Gießmetall an der aufgerauten Oberfläche erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des Halbzeugs durch Hochdruck-Wasserstrahlen aufgeraut wird. 45 50
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wasserdruck zwischen 1500 bar und 2000 bar beträgt. 55
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufrauen durch mindestens eine Düse mit einer elliptischer Öffnung erfolgt. 60
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Austrittswinkel eines Wasserstrahls aus der mindestens einen Düse zwischen 25° und 34° beträgt. 65
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Feld von mindestens zwei Düsen, senkrecht zur Oberfläche gerichtet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da-

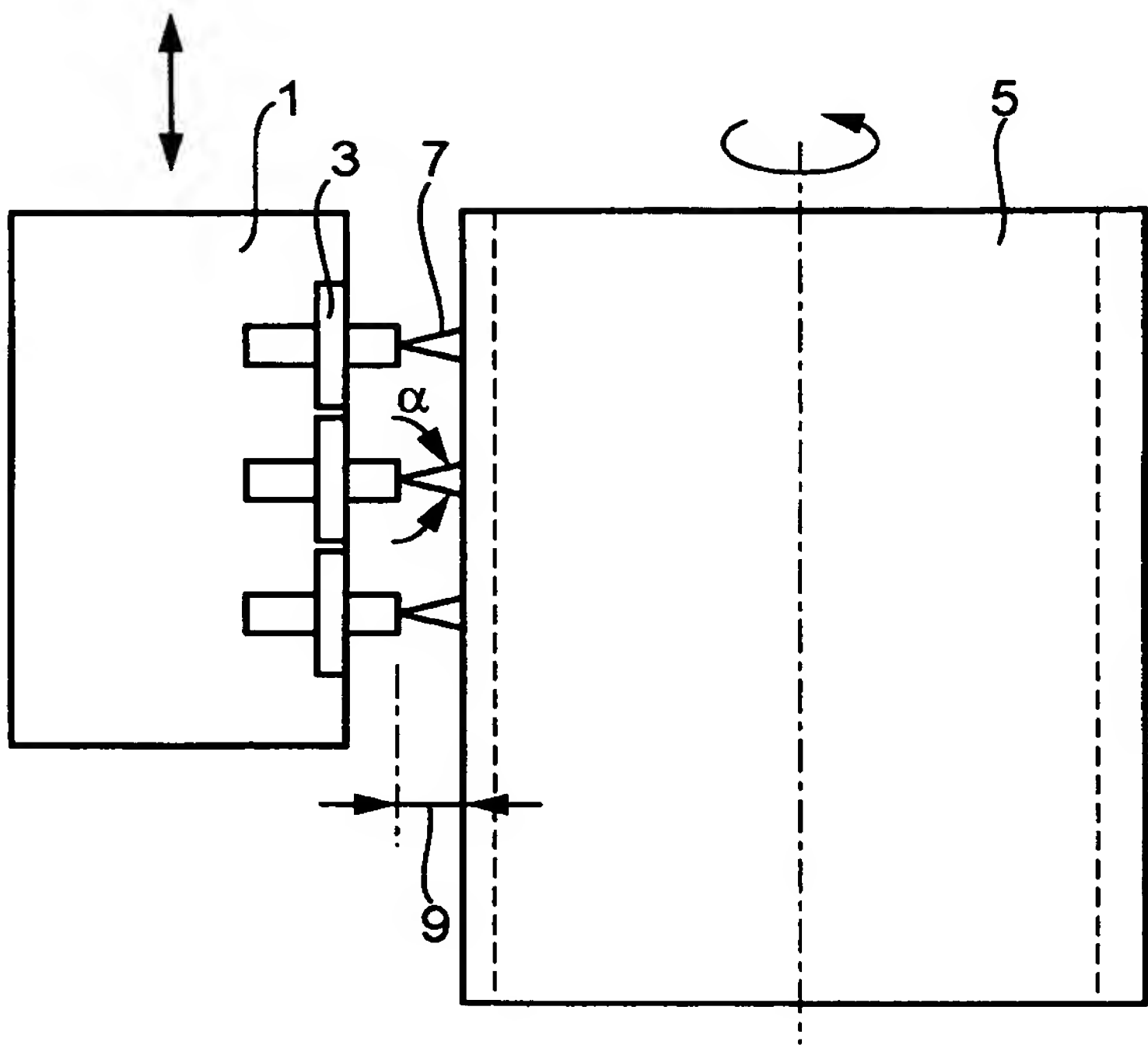


Fig. 1

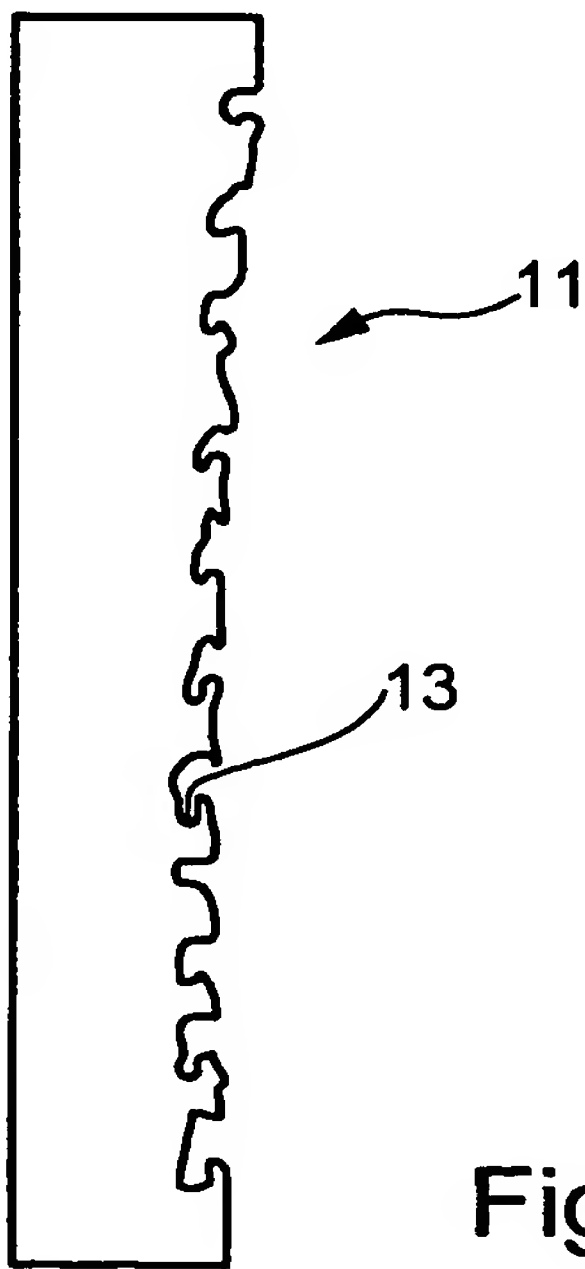


Fig. 2